

Pengendalian pH air pada tambak ikan bandeng menggunakan kontroller PID berbasis labview

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN pH AIR PADA TAMBAK IKAN BANDENG MENGGUNAKAN KONTROLLER PID BERBASIS LABVIEW

Agung Setya Wicaksana

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
e-mail : Agungwicaksana@mhs.unesa.ac.id

Bambang Suprianto

Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
e-mail : bambangsuprianto@unesa.ac.id

Abstrak

Dengan luasnya perairan Indonesia hasil perikanan seperti bandeng merupakan potensi besar jika di kelola dengan benar, tetapi dengan perubahan iklim di Indonesia yang tidak menentu banyak pengusaha yang mengalami kerugian akibat gagal panen karena kualitas air yang berubah oleh faktor cuaca. kualitas air memang sangat penting karena ada beberapa parameter air yang berpengaruh pada ikan bandeng seperti suhu air, kadar oksigen, pH, dan salinitas. Sistem Otomatisasi Pengkondisian pH Air dengan menggunakan controller PID *proportional-Integral-Derivative* dengan metode Tuning Analitis dipilih untuk menentukan parameter dari PID yang akan digunakan Dalam hal ini ikan bandeng dipilih sebagai subjek perancangan untuk menentukan parameter pH air dalam kolam. sehingga para pengusaha ikan bandeng bisa mendapatkan hasil panen yang memuaskan. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa Nilai parameter PID yang ditemukan dengan menggunakan metode Analitis yaitu nilai $K_p = 18,5$, $K_i = 1,78$, dan $K_d = 99,34$ Kemudian nilai tersebut diterapkan pada sistem dan memberikan respon yang baik pada setpoint pH 7 dapat memperbaiki respon alat dengan baik.

Kata kunci : pH air, Bandeng, PID, Analitis.

Abstract

With the vast Indonesian waters, fisheries products such as milkfish have great potential if managed properly, but with uncertain climate change in Indonesia, many entrepreneurs suffer losses due to crop failure due to water quality that is changed by weather factors. water quality is very important because there are several water parameters that affect milkfish such as water temperature, oxygen content, pH, and salinity. Water pH Conditioning Automation system using a *proportional-Integral-Derivative* PID controller with the Tuning Analytical method was chosen to determine the parameters of the PID to be used. In this case the milkfish were chosen as the design subject to determine the pH parameters of water in the pond. so that the milkfish entrepreneurs can get a satisfying harvest. The results of the study showed that the PID parameter values found using the Analytical method were $K_p = 18.5$, $K_i = 1.78$, and $K_d = 99.34$ Then the value was applied to the system and gave a good response at the pH 7 setpoint. improve tool response well.

Keywords : Water pH, Milkfish, PID, Analytic.

PENDAHULUAN

Ikan bandeng (*Chanos chanos*) merupakan salah satu komoditas unggulan di Indonesia. Hal ini didukung oleh rasa daging yang enak dan nilai gizi yang tinggi sehingga memiliki tingkat konsumsi yang tinggi. Selain sebagai ikan konsumsi ikan bandeng juga dipakai sebagai ikan umpan hidup pada usaha penangkapan ikan tuna. Kegagalan panen yang seringkali banyak dialami petani tambak bandeng di Desa Bandengan, jepara merupakan salah satu kendala dalam usaha budidaya, kegagalan terjadi akibat dari diabaikannya daya dukung atau kemampuan dari tambak sebagai media kegiatan budidaya derajat keasaman (pH) dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan Bandeng yang ada di dalam tambak, atau juga jika terlalu ekstrem, maka derajat keasaman (pH) juga dapat mematikan bagi Ikan Tersebut.

Pada penelitian ini Sistem menggunakan kontroler PID. Dimana sistem tersebut dapat mengontrol kadar pH air terhadap kualitas air pada tambak ikan bandeng dengan menggunakan metode PID Agar mempercepat dan memperhalus respon dan mengoptimalkan sistem agar sesuai dengan set point yang telah ditentukan. Sehingga pengendalian tingkat kandungan pH air dapat terkontrol dengan baik.

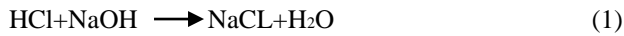
KAJIAN PUSTAKA

pH air tambak ikan bandeng

Ikan bandeng dapat tumbuh dengan baik pada toleransi pH 6,5 sampai 9 (Andriani, 2000), namun kondisi hidup ideal bagi ikan bandeng menurut penelitian dari supradevi, dkk (2014) menyebut rentang pH yang paling baik untuk kehidupan dan perkembang biakan ikan

bandeng berada maksimal 8,0. Beberapa penyebab perubahan pH menjadi asam adalah air hujan yang masuk ke dalam kolam, sisa makanan ikan, dan kotoran ikan. Kondisi air kolam yang menjadi asam menyebabkan jamur dan bakteri tumbuh, selain itu juga dengan pH di luar standar berdampak pada metabolisme dan nafsu makan yang menurun.

Aturan dibawah ini berguna untuk mengatur kadar pH dalam air



Keterangan:

HCl : Asam klorida

NaOH : Natrium Hidroksida

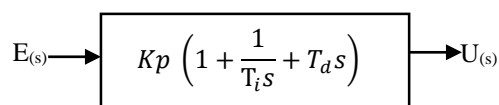
NaCl : Natrium Clorida

H₂O : Air

Reaksinya adalah garam dan air yang tidak akan membahayakan kesehatan, proses tambahan dikontrol oleh kontroller PID. Untuk membuat campuran Homogen mixer digunakan dan dalam variabel nilai pH diambil dari outlet dan diberikan sebagai input ke pengontrol. Nilai kontrol harus berupa tipe proporsional. Nilai tersebut harus ditutup sepenuhnya atau terbuka penuh berdasarkan sinyal yang diberikan oleh output pengontrol. Jika pH di bawah nilai Set maka katup basa terbuka dan katup asam tertutup. Sebaliknya jika pH kurang/lebih dari nilai yang di set maka katup asam membuka dan katup basa menutup jika sama dengan nilai set maka kedua katup ingin ditutup

Sistem Kontrol PID

Dalam suatu sistem kendali otomatis dikenal adanya beberapa aksi pengendalian, diantaranya aksi kendali *On/Off*, aksi kendali proporsional (P), aksi kendali integral (I) dan aksi kendali differensial (D). Masing-masing aksi kendali tersebut mempunyai keunggulan tertentu. Aksi kendali *On/Off* mempunyai keunggulan waktu naik yang cepat, aksi kendali proporsional mempunyai keunggulan waktu naik yang cepat dan stabil, aksi kendali integral mempunyai keunggulan untuk memperkecil kesalahan, dan aksi kendali differensial memiliki keunggulan meredam kekurangan tanggapan atau kelebihan tanggapan. Untuk mendapatkan suatu sistem kendali dengan hasil pengendalian yang memiliki waktu naik yang cepat, kesalahan yang kecil dan kestabilan yang baik, dapat dilakukan dengan menggabungkan ketiga aksi kendali tersebut menjadi aksi kendali PID (Gunterus, 1994).



Gambar 1. Diagram Blok Kontrol PID

$$U(s) = Kp \left(1 + \frac{1}{Ti} + Td \right) E(s) \quad (2)$$

$$Kp = \frac{\tau_i}{K \times \tau^*} \quad (3)$$

$$Ki = Kp \times \frac{1}{Ti} \quad (4)$$

$$Kd = Kp \times \tau_d \quad (5)$$

Keterangan :

Kp : Nilai Kontroller Proporsional

τ^* : Waktu respon yang di inginkan untuk mencapai respon stady state

Ki : Nilai kontroller Intergral

Kd : Nilai kontroller Derivatif

T : Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai stady state

Td : Konstanta Waktu Derivatif

U (s) : Sinyal Kendali

Sensor pH

Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (*membrane* gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen atau diistilahkan dengan *potential of hydrogen*^[10].

Sensor pH akan mengukur potensial antara *merkuri Chloride (HgCl)* pada elektroda pembanding dan *potassium chloride (KCl)* yang merupakan larutan didalam gelas *electrode* serta potensial antara larutan dan elektroda perak. Tetapi potensial antara sampel yang tidak diketahui dengan elektroda gelas dapat berubah tergantung sampelnya, oleh karena itu perlu dilakukan kalibrasi dengan menggunakan larutan yang ekuivalen yang lainnya untuk menetapkan nilai dari pH. Elektroda pembanding *calomel* terdiri dari tabung gelas yang berisi *potassium kloride (KCl)* yang merupakan elektrolit yang mana terjadi kontak dengan *mercuri chloride (HgCl)* diujung larutan KCl. Tabung gelas ini mudah pecah sehingga untuk menghubungkannya digunakan *ceramic berpori* atau bahan sejenisnya.

Elektroda semacam ini tidak mudah terkontaminasi oleh logam dan *unsure natrium*. Elektroda gelas terdiri dari tabung kaca yang kokoh yang tersambung dengan gelembung kaca tipis yang didalamnya terdapat larutan KCl sebagai buffer pH 7. Elektroda perak yang ujungnya merupakan perak *kloride (AgCl2)* dihubungkan kedalam larutan tersebut. Untuk meminimalisir pengaruh *electric* yang tidak diinginkan, alat tersebut dilindungi oleh suatu lapisan kertas pelindung yang biasanya terdapat dibagian dalam elektroda gelas. Salah satu contoh bentuk

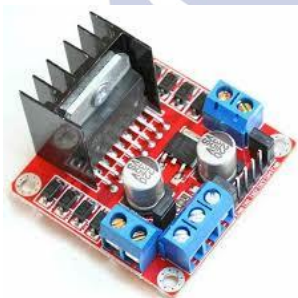
elektroda gelas dari jenis sensor pH dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Electrode sensor pH
(Sumber: www.dfrobot.com)

Motor Driver L298N

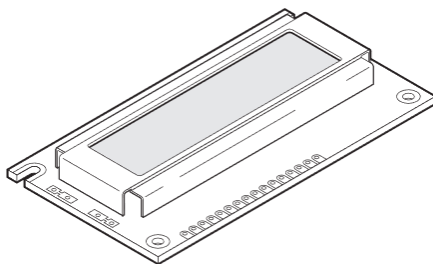
Merupakan sebuah motor driver berbasis IC L298 dual H-bridge. Motor driver ini berfungsi untuk mengatur arah ataupun kecepatan motor DC. Diperlukannya rangkaian motor driver ini karena pada umumnya motor DC akan bekerja dengan membutuhkan arus lebih dari 250 mA. Untuk beberapa IC seperti keluarga ATmega tidak bisa memberikan arus melebihi nilai tersebut.



Gambar 4 Motor Driver L298N
(sumber : Datasheet Driver)

LCD 16 X 2

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.



Gambar 2.14 LCD 16 X 2
(sumber : Datasheet LCD)

Pompa DC 12v

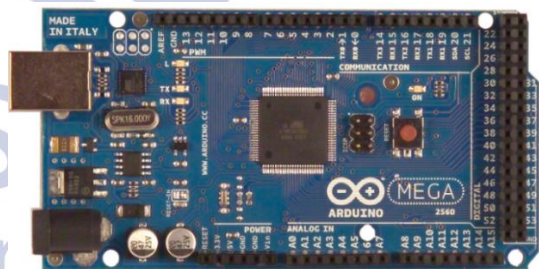
Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah kedaerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Hal ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk atau suction dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar atau discharge dari pompa.



Gambar 5 Pompa DC 12 Volt
(sumber : Anself.com)

Arduino Atmega 2560

Arduino adalah perangkat keras berbentuk rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai kontroller dihubungkan dengan sensor yang memberikan informasi berupa keadaan, kemudian diolah dan dihasilkan suatu aksi. Arduino yang dipakai adalah arduino Atmega 2560. Arduino ini mempunyai 54 digital input dan output. Dimana 14 pin digunakan untuk PWM output dan 16 pin digunakan sebagai analog input, 4 pin digunakan untuk UART, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, power jack ICSP header, dan tombol reset.



Gambar 6 Modul Arduino Mega
(Sumber: Datasheet Arduino Mega)

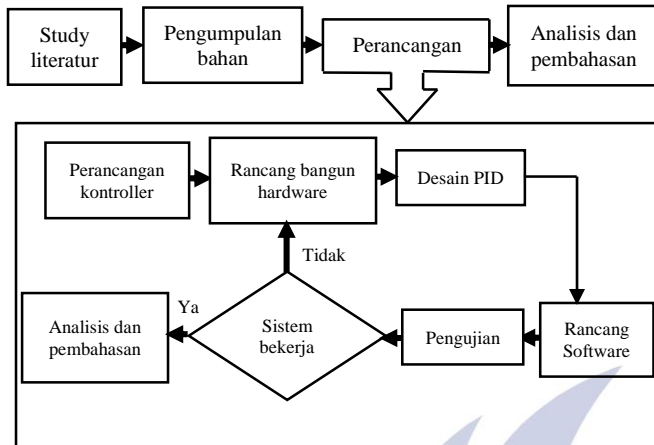
METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Pada penelitian ini, pendekatan penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Kasiram (2008:149) dalam bukunya Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif, mendefinisikan penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui.

Rancangan Penelitian

Tahapan perancangan penelitian ini secara garis besar dijelaskan dalam Gambar 7 dibawah ini.

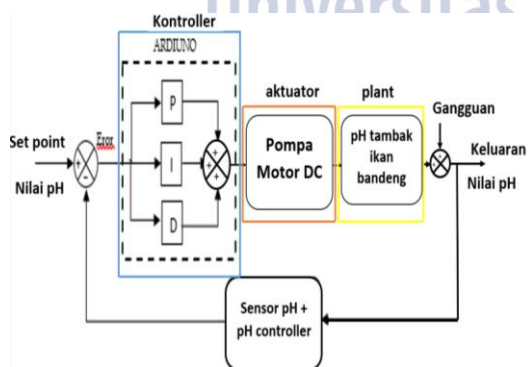


Gambar 7. Bagan Rancangan Penelitian

Disini penelitian dimulai dengan study literatur, peneliti membaca jurnal, buku dan penelitian sebelumnya yang terkait, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian. Setelah bahan terpenuhi dilanjutkan dengan perancangan, dimulai dengan perancangan controller, kemudian dilanjutkan perancangan hardware kemudian dilanjutkan dengan desain dari nilai P-I-D, setelah ditentukan nilai P-I-D tersebut kemudian penelitian dilanjutkan dengan perancangan software yaitu berupa GUI di labview, setelah berhasil dibuat dilakukanlah pengujian, jika didalam pengujian sistem dapat bekerja dengan baik maka dilanjutkan dengan analisis dan pembahasan, namun apabila sistem tidak bekerja dengan baik, maka penelitian kembali lagi ke tahap rancang bangun hardware untuk melihat yang kesalahan atau error yang terjadi didalam sistem atau hardware.

Desain Sistem

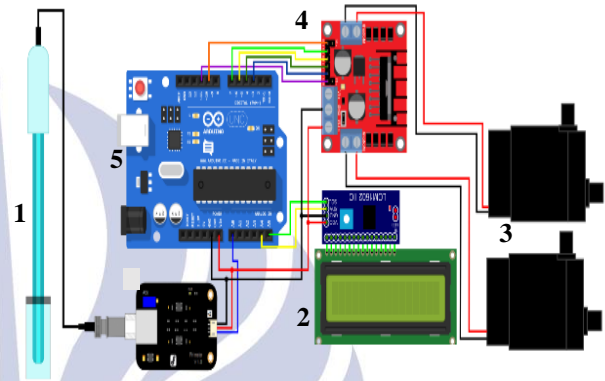
Desain sistem dengan controller PID untuk pengendalian kadar pH pada *hardware* prototipe tambak ikan bandeng ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram blok *Hardware* Prototipe tambak ikan bandeng

Nilai masukan (*setpoint*) berupa nilai pH. Kontroler Proportional, Integral dan Derivative akan diproses melalui arduino yang nantinya akan mengatur kecepatan pompa motor DC. Hasil keluaran kontroler berupa tegangan akan masuk ke driver motor. Driver motor akan mengatur kecepatan motor dc. Sensor pH bekerja untuk mengukur kandungan pH didalam plant setelah adanya pemberian asam dan basa sesuai kebutuhan plant dan kemudian menjadikan nilai pembacaan sebagai nilai umpan balik.

Wiring diagram sistem kendali prototipe lift dapat dilihat pada Gambar 9.

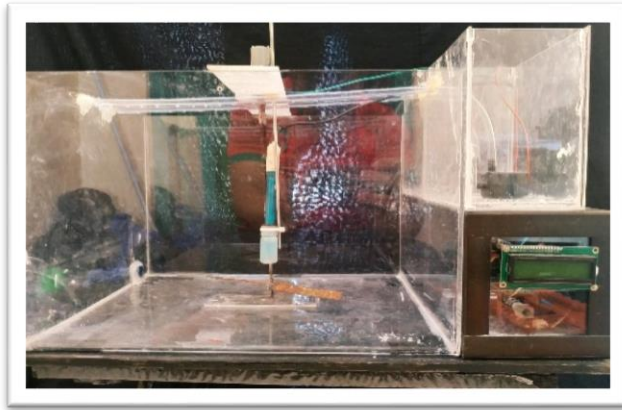


Gambar 9. Wiring diagram *hardware* prototipe tambak bandeng

Pada hardware diatas terdiri dari beberapa komponen, yaitu: 1. Sensor pH digunakan untuk mengukur kandungan pH didalam plant, 2. LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan kadar pH didalam plant. 3. Pompa dc 12v pemompa cairan asam dan basa yang digunakan untuk mengatur kadar pH didalam plant agar sesuai sesuai dengan set point yang ditentukan 4. L298N Motor driver ini bekerja untuk menggerakkan maksimal 2 motor DC terpisah atau bisa digunakan untuk 1 motor stepper bipolar 2 fasa, menggunakan masukan logic-level dari Arduino atau jenis kit mikrokontroler yang lain. Dan nomer 5. Arduino Mega 2560 disini berfungsi sebagai pusat kendali didalam penelitian ini dan Arduino digunakan untuk menerima hasil pembacaan sensor yang telah dikirim. Setelah itu data tersebut akan ditampilkan secara real time oleh LabVIEW 2014.

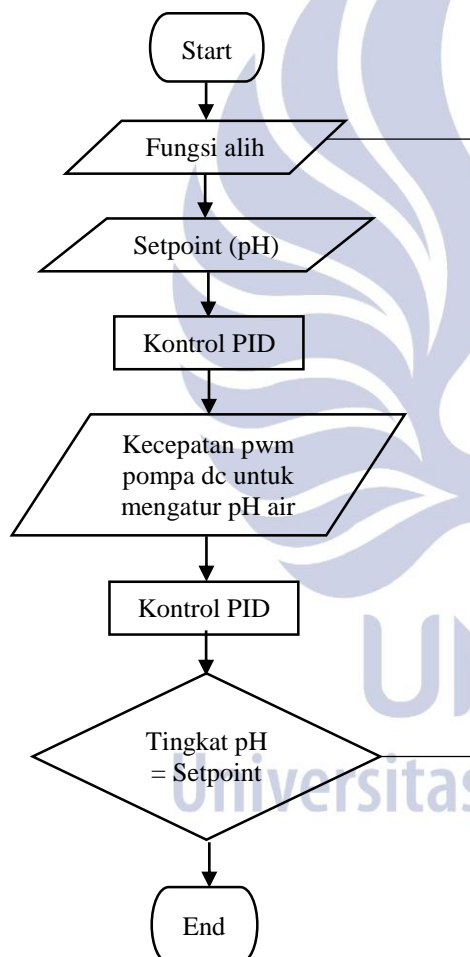
Rancang bangun *Hardware*

Pada bagian kolam besar seperti yang ditunjukkan pada gambar 10 dibawah dengan ukuran panjang 50cm, lebar 30cm dan tinggi 30cm, dimana didalamnya terdapat sensor pH, motor dc sebagai pengaduk dan pipa untuk mengalirkan cairan asam dan basa. 2 kolam kecil sebagai wadah cairan asam dan basa, didalamnya terdapat pompa dc untuk memompa cairan ke kolam besar. Dan bagian terakhir adalah kotak yang didalamnya terdapat komponen pendukung.



Gambar 10. Hardware prototipe pengatur pH tambak bandeng

Rancang bangun Software



Gambar 11. Flowchart software

Dari gambar diatas dapat dilihat *flowchart software*, Pertama, memasukkan nilai fungsi alih yang telah didapat ke dalam *software* Labview, lalu memasukkan variabel *setpoint* berupa nilai pH. Memberikan kontrol P-I-D pada fungsi alih dengan *control and simulation loop* pada Labview. Menampilkan respon keluaran dari pengontrolan P-I-D yaitu kecepatan pwm dengan menggunakan

waveform chart pada Labview. Apabila kecepatan motor sesuai dengan *setpoint*, maka program selesai. Namun, apabila tidak sesuai, maka kembali lagi pada saat memasukkan variabel *setpoint*.

Setpoint dalam hal ini merupakan besar nilai pH yang diperoleh dari penelitian lain yang baik untuk berkembang biakan dan budidaya ikan bandeng yang akan disesuaikan sehingga saat nilai pH sudah mencapai posisi tersebut, dapat dikatakan bahwa system telah mencapai keadaan sempurna. Pada saat nilai pH belum mencapai keadaan sempurna, *sensor* akan membaca kadar nilai pH didalam kolam.

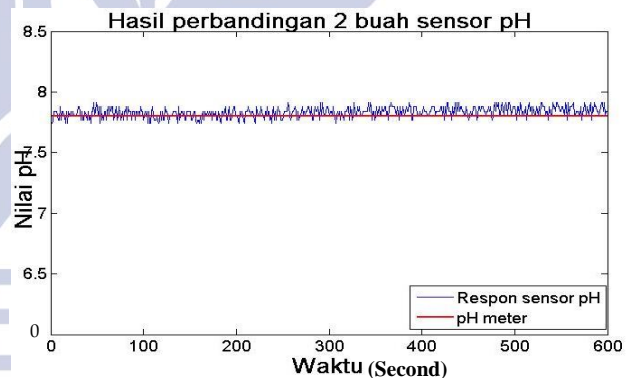
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas proses kalibrasi sensor pH, pemodelan sistem, validasi model, perancangan *PI Controller*, dan pengujian respon sistem.

Pengujian dua buah sensor pH

Sensor pH dihubungkan ke arduino. Sensor pH ini memiliki rentang pembacaan antara 0-14 satuan pH. Sensor dikalibrasi dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan sebuah pH meter.

Pada pengujian ini peneliti mengambil hasil respon pembacaan sensor pada sebuah cairan bernilai pH 7,8 dalam rentang waktu 1 menit.



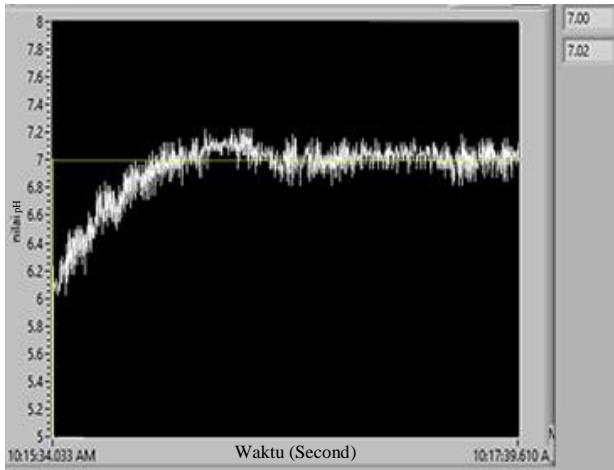
Gambar 12. Hasil Pengujian dua sensor pH

Pada Gambar 12 dapat diketahui bahwa pembacaan sensor tidak bisa tetap sesuai dengan yang dibaca pada pH meter. Dengan hasil yang ditunjukkan oleh Gambar 12 tersebut dapat diketahui data sebagai berikut :

Rata-rata pembacaan sensor	= 7,77
Pembacaan pH meter	= 7,8
Error	= 0.03

Pemodelan Sistem

Model matematis dari plant didapatkan dengan memasukkan program tanpa kontroler ke arduino yang telah terhubung dengan plant. Berikut ini merupakan gambar dari grafik respon sistem tanpa kontroler dengan *setpoint* pH 7.



Gambar 13. Grafik Respon Sistem tanpa Kontroler (Loop Terbuka) Setpoint pH 7.

Dapat diketahui dari Gambar 13 bahwa saat sistem tanpa diberikan kontroler dengan setpoint pH 7 menghasilkan respon dengan karakteristik sistem orde dua. Dari hasil data dan grafik dapat ditentukan nilai

$$Y_{ss} \text{ (Output)} = 6,862$$

$$X_{ss} \text{ (Input)} = 7$$

$$Y_p \text{ (Tegangan Puncak)} = 7,23$$

$$T_p \text{ (Waktu Puncak)} = 32,641$$

Dari hasil diatas kemudian peneliti menghitung

$$K = \frac{Y_{ss}}{X_{ss}} = \frac{6,960}{7} \quad (6)$$

$$M_p = \frac{Y_p - Y_{ss}}{Y_{ss}} \quad (7)$$

$$\tau = \frac{[Ln M_p]}{\sqrt{\pi^2 + (Ln M_p)^2}} \quad (8)$$

$$\omega_n = \frac{\pi}{T_p \sqrt{1 - \tau^2}} \quad (9)$$

Dengan menggunakan persamaan (6) didapatkan nilai K sebesar 0.986, kemudian untuk menentukan nilai Mp adalah menggunakan persamaan (7) dan didapatkan nilai sebesar 0.046, nilai τ menggunakan persamaan (8) dengan hasil 0.701 dan nilai ω_n didapatkan dengan persamaan (9) dan hasilnya 0.135. Sehingga berdasarkan hasil Persamaan tersebut, fungsi alih dari plant pengatur pH dapat ditulis sebagai berikut,

$$\frac{C_s}{R_s} = \frac{0,018}{s^2 + 0,189s + 0,018} \quad (10)$$

Penentuan Parameter PID

Setelah didapatkan fungsi alih plant, selanjutnya adalah menentukan nilai parameter PID yaitu nilai Kp, Ki, dan Kd sebelum diaplikasikan pada plant, dengan menggunakan metode Analitis. Langkah awal adalah mencari nilai τ dan τd menggunakan persamaan berikut :

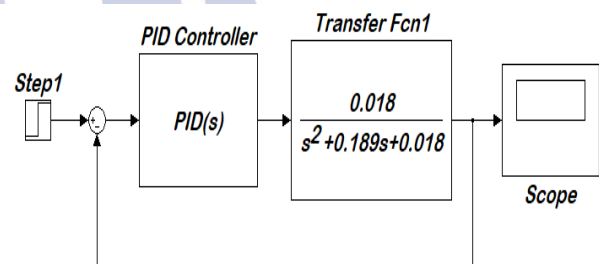
$$\tau i = \frac{2\tau}{\omega_n} \quad (11)$$

$$\tau d = \frac{1}{\omega_n^2 \cdot \tau i} \quad (12)$$

Dari persamaan (11) dapat dihitung nilai τi dan didapatkan nilainya sebesar 10,38 dan nilai τd didapatkan dengan menggunakan persamaan (12) didapatkan hasilnya sebesar 5,37. Setelah didapatkan nilai dari τi dan τd maka dapat dihitung nilai Kp menggunakan persamaan (3) dan didapat nilai sebesar 18,5.

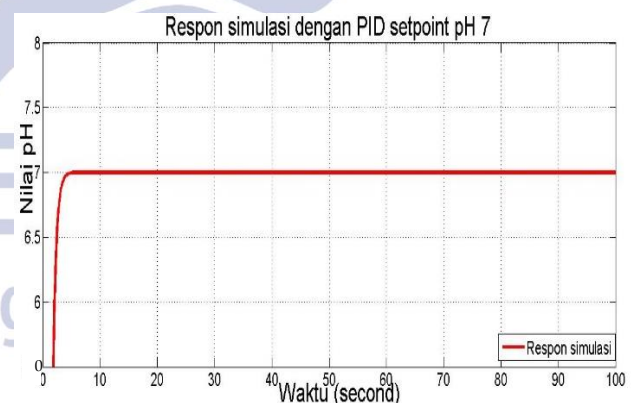
Untuk mendapatkan nilai Ki dan Kd, digunakan persamaan (4) dan (5), sehingga didapatkan nilai Ki sebesar 1,78 dan nilai Kd sebesar 99,34.

Setelah didapatkan fungsi alih dan nilai PID, maka langkah selanjutnya dengan mensimulasikan secara open loop dengan menggunakan software matlab yang ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Blok system PID pada simulink matlab

Dan berikut ini merupakan respon hasil dari simulasi pada Matlab menggunakan nilai parameter diatas

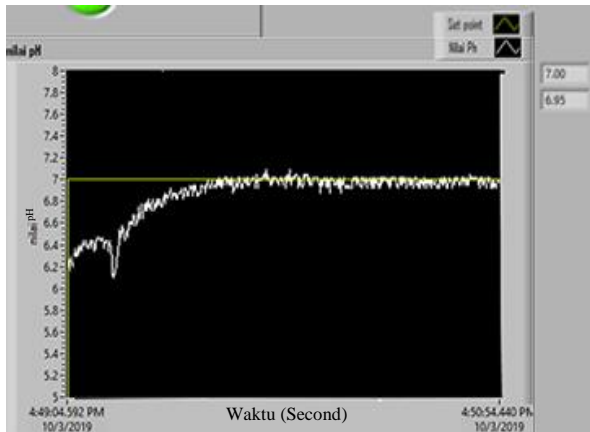


Gambar 15. Respon Simulasi Sistem PID

Pengujian Respon Hardware

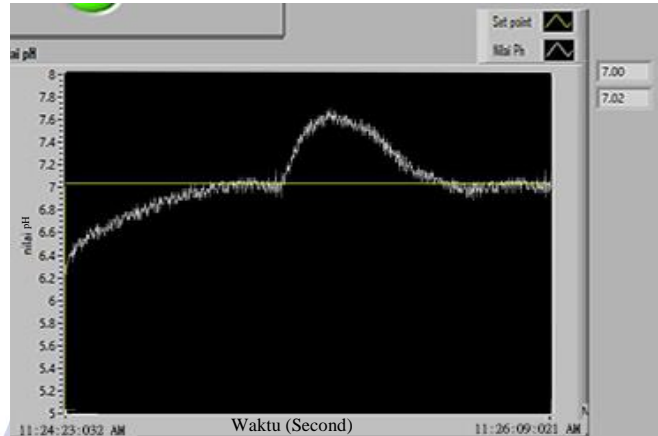
Percobaan respon hardware dilakukan dengan cara tanpa gangguan dan juga memberikan gangguan cairan asam dan basa ketika sudah dalam keadaan steady state (seimbang) pada saat diberikan setpoint (pH 7. Berikut adalah beberapa percobaan:

1. Percobaan Tanpa Gangguan



Gambar 16 Respon *hardware* tanpa gangguan

3. Percobaan Dengan Gangguan Basa

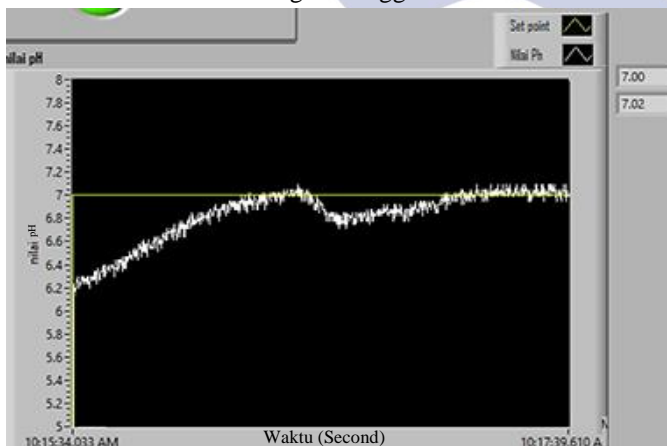


Gambar 18 Respon *hardware* dengan gangguan Basa

Pengujian Respon Setpoint pH 7	Tanpa kendali	Kendali PID	Kendali PID (pH)
Mp (Maximum overshoot)	5,36 %	1,18 %	0,0118
td (Delay Time)	6,774 s	9,889 s	6.4
ts (Settling Time)	29,322	42,804 s	6,99
tr (Rise Time)	21,47	31,35 s	6.78
Ess (Error Steady State)	1,97 %	0,1 %	0,001

Tabel 1 Rangkuman hasil respon dinamik

2. Percobaan Dengan Gangguan Asam



Gambar 17 Respon *hardware* dengan gangguan Asam

Pengujian ini dilakukan dengan memberi *set point* pH 7. Setelah respon telah mencapai set point maka ditambahkan cairan asam sebesar 10 ml untuk mengganggu jalannya sistem saat stady state, tetapi dari Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 17, menunjukkan bahwa respon sistem dapat kembali ke set point.

Setelah respon telah mencapai set point maka ditambahkan cairan basa sebesar 10 ml untuk mengganggu jalannya sistem, dari Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 18, dapat dilihat bahwa sistem dapat bekerja dan kembali ke stady state saat diberikan gangguan.

PENUTUP Simpulan

Prototipe pengendalian pH air pada tambak ikan bandeng menggunakan kontroller PID berbasis Labview berhasil dibuat dan bisa bekerja sesuai setpoint yang ditentukan didapatkan nilai K_p pada persamaan 3 didapat nilai $K_p = 18,5$, di persamaan 4 didapat nilai $K_i = 1,78$, dan nilai K_d pada persamaan 5 didapat nilai 99,34 dan dapat memperbaiki hasil respon dinamis dari nilai pH sesuai setpoint dengan hasil Respon dinamik sistem pengendalian pH air pada tambak ikan bandeng menggunakan kontroller PID berbasis Labview pada *setting point* tetap 7 dari keadaan awal 6,2. Respon sistem telah menuju ke titik kestabilan dengan cukup baik untuk nilai parameter PID dapat dilihat pada tabel 1 dengan *error steady state* sebesar 0,1%, $t_d = 9,889$ detik $t_s = 42,804$ detik $t_r = 31,35$ detik dengan maximum overshoot adalah 1,18%.

Sistem pengendalian pH air pada tambak ikan bandeng menggunakan kontroller PID berbasis Labview menghasilkan respon pH saat pengujian *real plant* pada prototype tambak bandeng ini pada tabel 1 dengan *overshoot* sebesar 0,0118 dengan nilai *error stady state* sebesar pH 0,001.

Saran

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut: Untuk memperoleh respon sistem yang mungkin lebih baik, maka dapat dicoba dengan menggunakan Cairan asam dan basa selain yang telah digunakan dalam penelitian ini yaitu cuka dan kaporit. Menggunakan *microcontroller* dengan

spesifikasi yang lebih bagus dari Arduino Mega. Misal menggunakan Arduino due.

Dapat dikembangkan dengan metode kendali lain dengan respon yang lebih baik dari pada PID, misal Fuzzy, LQR dll. Mengendalikan sistem *Hardware* dengan Labview. Karena pada penelitian ini Labview hanya digunakan untuk memonitoring hasil respon.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, Arduino mega 2560 Datasheet, <http://eprints.polsri.ac.id/4598/8/File/20VIII/20/28Lampiran/29.pdf>
- _____, LCD 16x2 Datasheet, <https://components101.com/16x2-lcd-pinout-datasheet>
- _____, Motor driver L298N Datasheet, <http://handsontec.com>
- Ali Muhamad. 2004. Pembelajaran Perancangan sistem kontrol PID dengan software matlab. Jurnal Edukasi@Elektro Vol. 1, No. 1, Oktober 2004, hlm. 1 – 8 Universitas Negeri Yogyakarta
- Andriani. 2000. Pengelolaan kualitas air tambak ikan bandeng. Liptan. Departemen Pertanian. Samarinda
- Anself, Pompa dc 12v, (Online), (<https://Anself.com/>). Diakses pada april 2019
- Arduino. 2019."Tech Specs Arduino MEGA 2560".(Online), (<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>, diunduh 28 Februari 2019).
- Ardy, Catur, Dkk. 2013. Pengendalian pH air pada water *treatment plant system* menggunakan metode kontrol PID. Ejurnal universitas Diponegoro
- Arguta, Chardian. 2016. *Running Text LCD Menggunakan Mikrokontroller AtMega8535*, (Online),(<https://www.slideshare.net/chardianhensy/runnig-text-on-lcd-atmega-8535>, diunduh 28 Februari 2019).
- Chattopadhyay, Subrata, dkk. 2011. Simple Design of a PID Controller and Tuning of Its Parameters Using LabVIEW Software. *Sensors & Transducers Journal*, Vol. 129, Issue 6
- Cholilulloh, muchammad, dkk. 2018. Implementasi Metode Fuzzy Pada Kualitas Air Kolam Bibit Lele Berdasarkan Suhu dan Kekeruhan. Universitas Brawijaya
- DF Robot. *Sensor pH (SKU : SEN0161)*, (Online), (<https://www.dfrobot.com/>). Diakses pada April 2019.
- Kasiram, Moh. 2008. Metodologi Penelitian. Malang: UIN-Malang Pers.
- Khaidar, Hakam. 2019. Sistem kontrol temperatur, pH, dan kejernihan air kolam ikan berbasis arduino uno. Universitas Negeri Surabaya.
- Lavanya, M, dkk. 2014. An Over view of pH Neutralization of water using PID &FUZZY controller. International Journal of Applied Engineering Research
- Ogata, Katsuhiko, *Modern Control Engineering fifth edition*, pearson Education inc , New Jersey, 2009.
- Sarwono, Jonathan. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Setiawan, Iwan. 2008. *Kontrol PID untuk Proses Industri*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta,
- Supradevi, alfi. 2017. Kajian kualitas air dan penilaian kesesuaian tambak dalam upaya pengembangan budidaya ikan bandeng (chanos chanos forskal). Jurnal ilmu perikanan Universitas Udayana.
- Tim Penyusun. 2014. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.